



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TORSO DE UN
INTÉRPRETE HUMANOIDE DE MÚLTIPLES GRADOS DE LIBERTAD PARA
LA ENSEÑANZA DEL LENGUAJE DE SEÑAS BÁSICAS PARA NIÑOS CON
DISCAPACIDAD AUDITIVA EN LA UNIDAD EDUCATIVA ESPECIALIZADA
COTOPAXI”**

Autores:

Milton Bustillos

Director:

Ing. Fausto Acuña

Codirector:

Ing. Marco Singaña

19 de Agosto Latacunga 2015



Agenda



- Introducción
- Objetivos
- Justificación
- Capítulo I
 - Estado del arte
 - Fundamento teórico
- Capítulo II
 - Diseño mecánico y simulación
- Capítulo III
 - Construcción y ensamblaje
- Capítulo IV
 - Pruebas y resultados
- Capítulo V
 - Conclusiones
 - Recomendaciones

Introducción



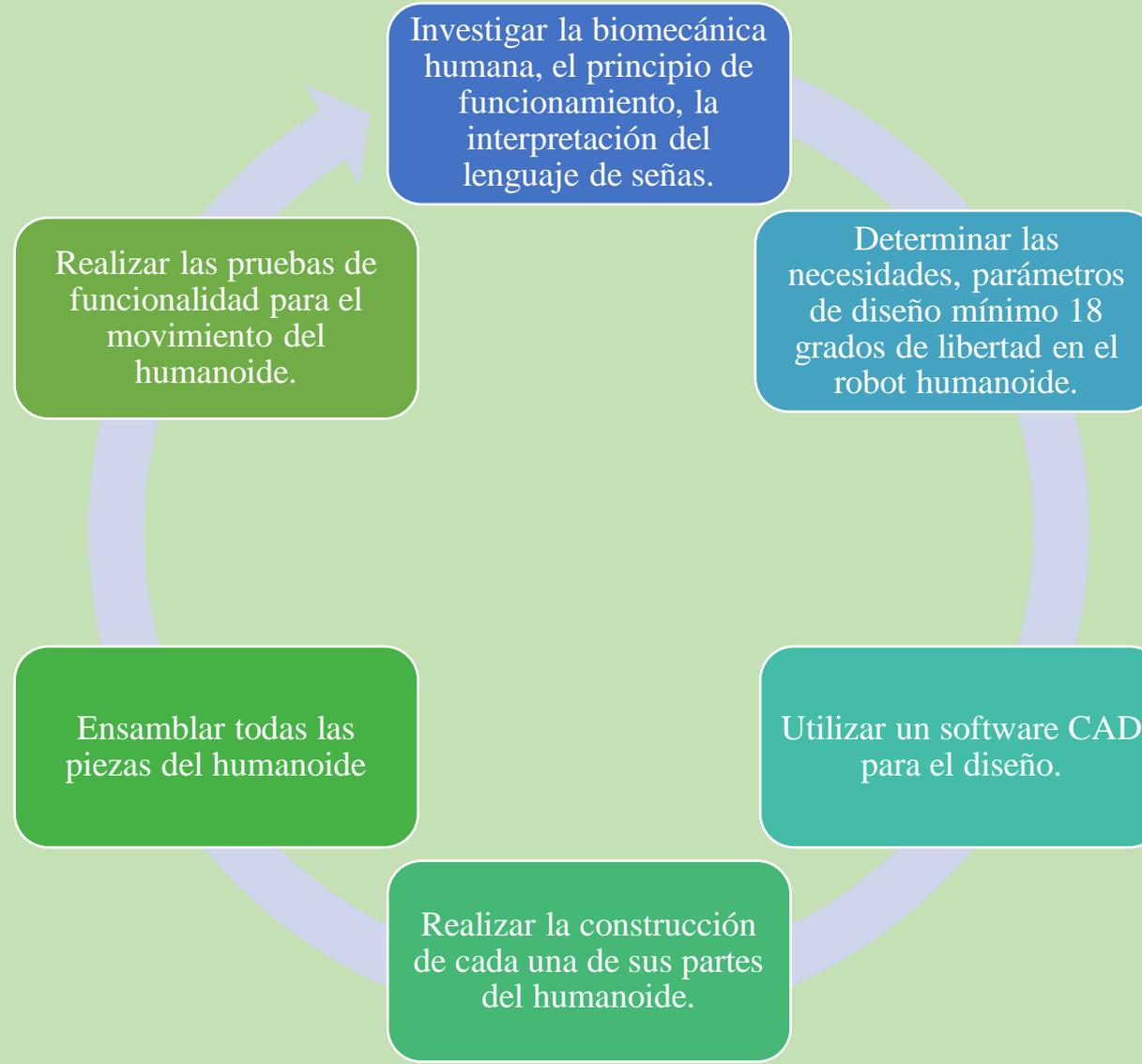
El presente proyecto tiene como objetivo principal diseñar y construir el torso de un intérprete humanoide de múltiples grados de libertad para la enseñanza del lenguaje de señas básica con niños de discapacidad auditiva en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi.

Construir un robot humanoide de mínimo 18 grados de libertad, con las medidas antropométricas del ser humano, el cual posteriormente se le implementara el sistema de control con la configuración de la lengua de señas

Objetivos



Diseñar y construir la estructura del torso de un intérprete humanoide de múltiples grados de libertad para la enseñanza del lenguaje de señas básicas con niños de discapacidad auditiva en la Unidad Educativa Especializada Cotopaxi.



JUSTIFICACION



Permitirá que el niño desarrolle una mejor comprensión en la interpretación de señales básicas de esta lengua en su aprendizaje, así como también a la adaptación de un entorno escolar con tecnología superior

Es importante que las Instituciones de Educación Superior se relacionen con este medio para dar una solución técnica a problemas de la sociedad

Los sistemas mecatrónicos llamarán la atención a los niños a descubrir más allá de su discapacidad de forma en las que ellos se incentiven y se desenvuelvan utilizando su intelecto normal que poseen.

Capítulo I



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

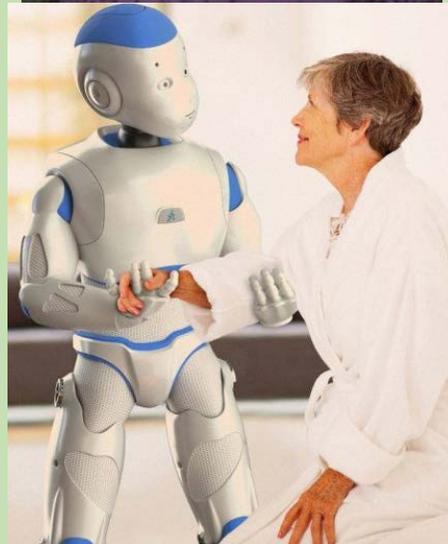
Estado del arte y Fundamento teórico

Estado de arte



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ROBOTS HUMANOIDES EN EL MUNDO





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

TECNOLOGÍA PARA DISCAPACITADOS EN EL ECUADOR



Fundamento teórico



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DISCAPACIDAD AUDITIVA Y LENGUA DE SEÑAS

Discapacidad auditiva

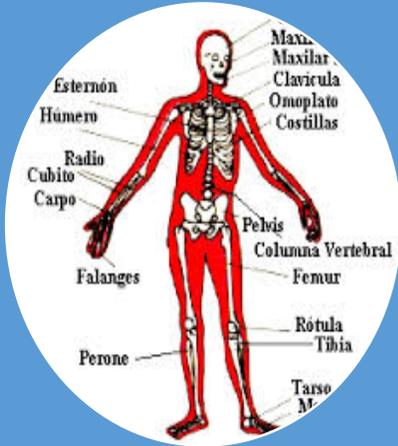
- Define la discapacidad auditiva como la pérdida o anomalía de la función anatómica y/o fisiológica del sistema auditivo, y tiene su consecuencia inmediata en una discapacidad para oír, lo que implica un déficit en el acceso al lenguaje oral.

Lenguaje en señas

- Es aquel que se basa en las expresiones faciales, movimientos corporales y gestuales para comunicarse. Como todo tipo de lenguaje, tiene claramente definidas las estructuras gramaticales.



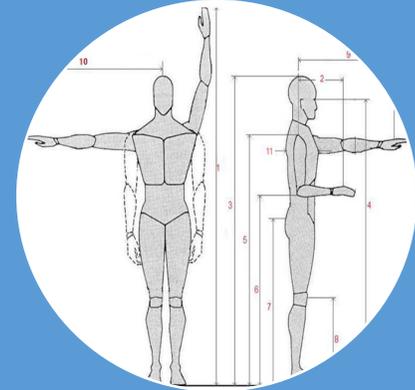
ESTRUCTURA SUPERIOR DEL CUERPO HUMANO



Anatomía



Locomoción
Humana
(movimientos)



Medidas
antropométricas





ROBOT HUMANOIDE

- Androides, son sistemas muy complejos no solo en su estructura mecánica, también lo son en lo relacionado con la estructura, los sensores, los servomotores, la programación y el modelado matemática

Robot humanoide



Capítulo II



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Diseño Mecánico y simulación

Diseño mecánico



PARÁMETROS DE DISEÑO

Realizar un robot humanoide con las medidas antropométricas de un ser humano

Su peso estará alrededor de 10kg

El robot humanoide tendrá 22 GDL

Tendrá sus límites de campos de operación

El material dependerá del tipo de manufactura

Diseño mecánico



PARÁMETROS DE DISEÑO

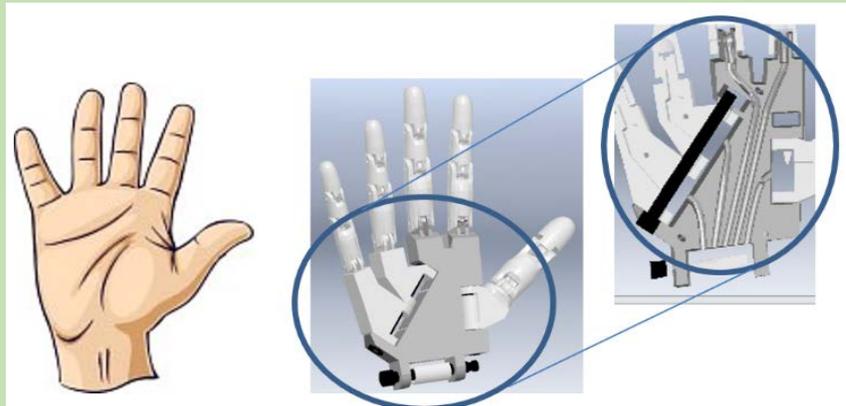
Grados de libertad	Nombre del movimiento
10	Movimiento de los dedos tanto de la mano derecha como de la izquierda
2	Rotación interna y externa de las muñecas
2	Flexión y extensión de los codos
2	Aducción y abducción de los hombros
2	Rotación externa e interna de los hombros
2	Flexión y extensión de los hombros
1	Rotación a la derecha e izquierda del cuello
1	Extensión y contracción del cuello

Nombre de movimiento	Campo de operación maximos de diseño del robot humanoide
Dedos	90
Giro de muñeca	60
Flexión - exención codo	60
Rotación interna – externa brazo	90
Flexión – extensión del brazo.	120
Aducción - abducción del brazo.	50
extensión – contracción del cuello	40
rotación a la derecha e izquierda del cuello	110

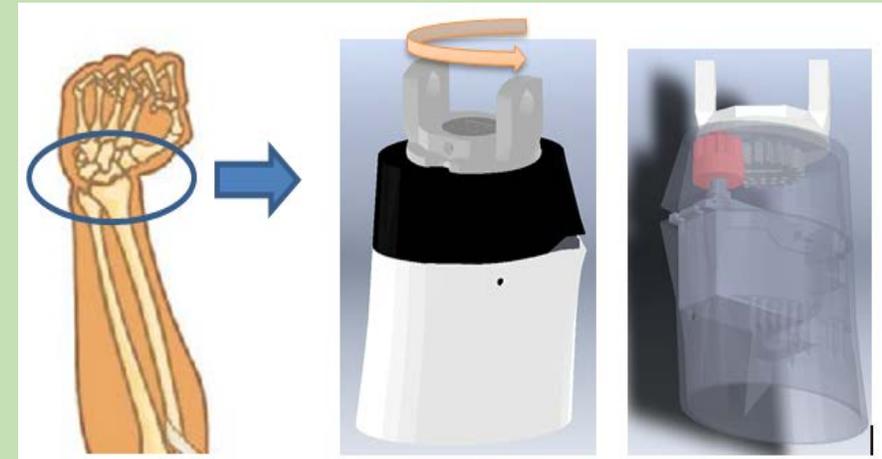
Diseño mecánico



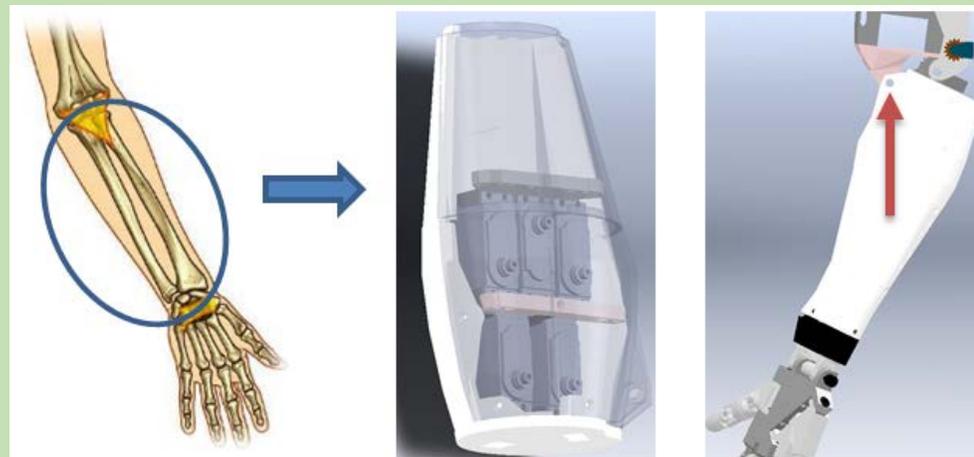
MANOS



MUÑECA



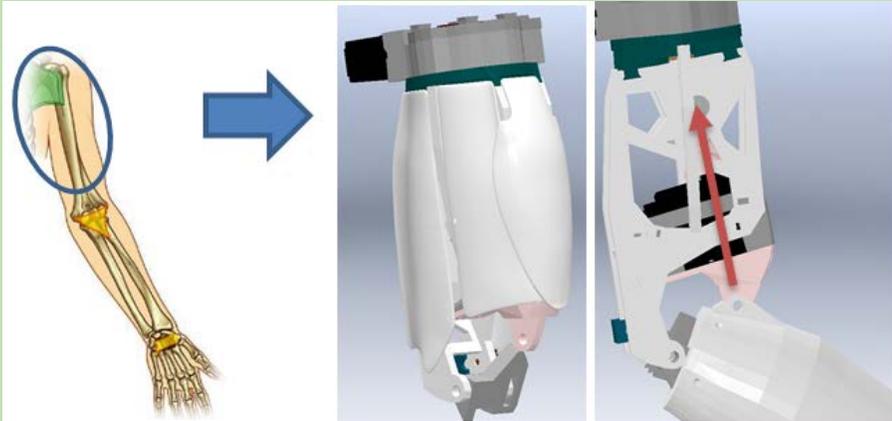
ANTEBRAZO



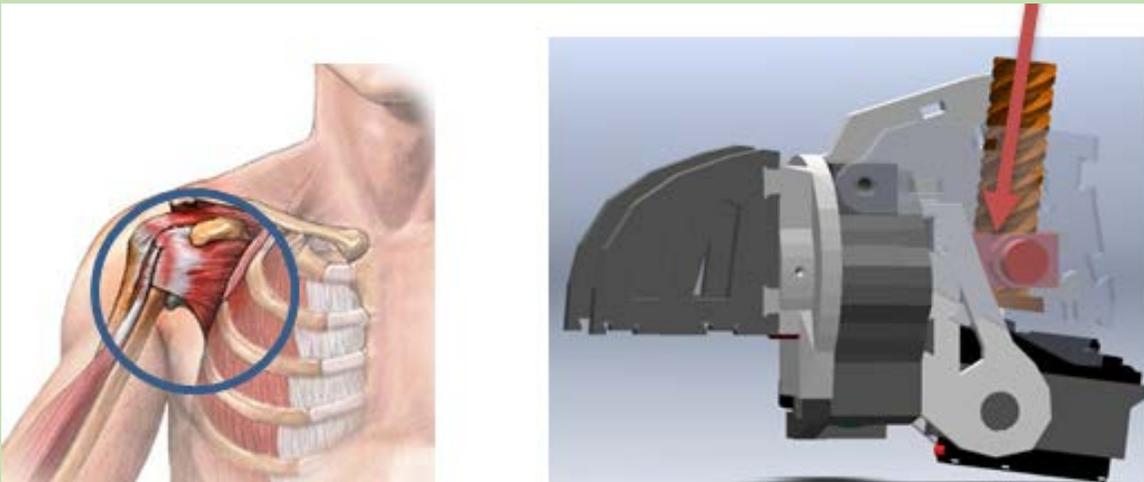
Diseño mecánico



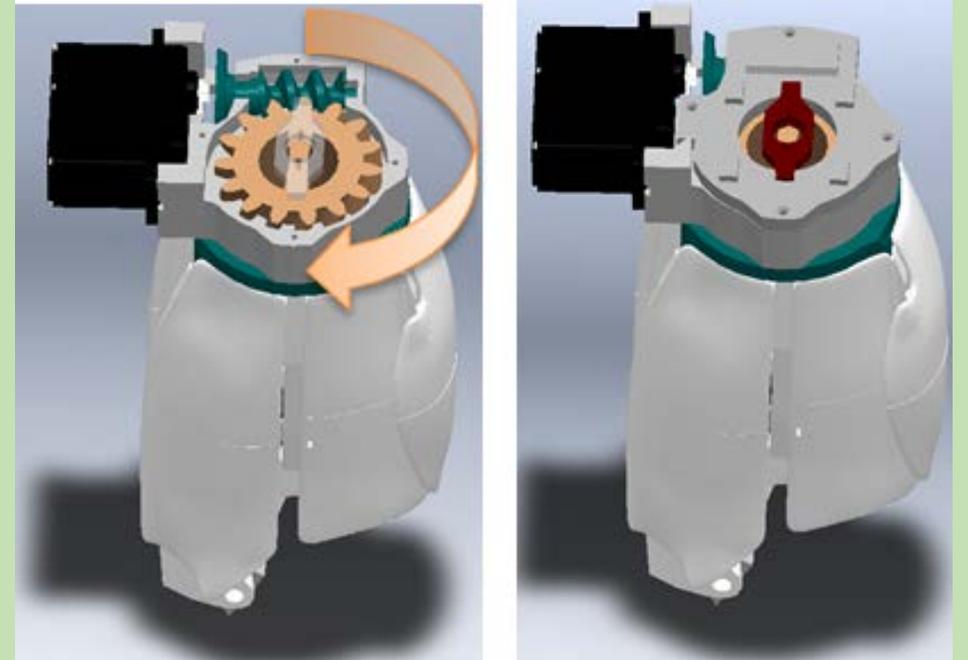
ANTEBRAZO



HOMBRO ABDUCCION



HOMBRO GIRO

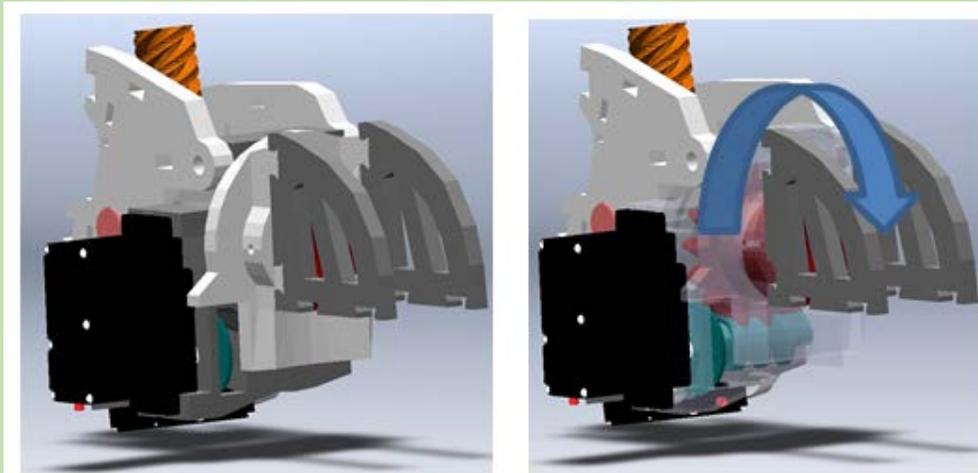


Diseño mecánico



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

HOMBRO FLEXION



CUELLO

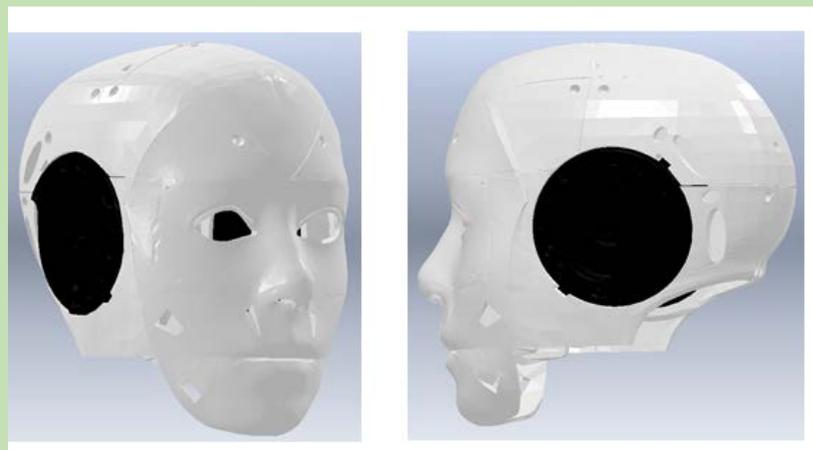


Diseño mecánico

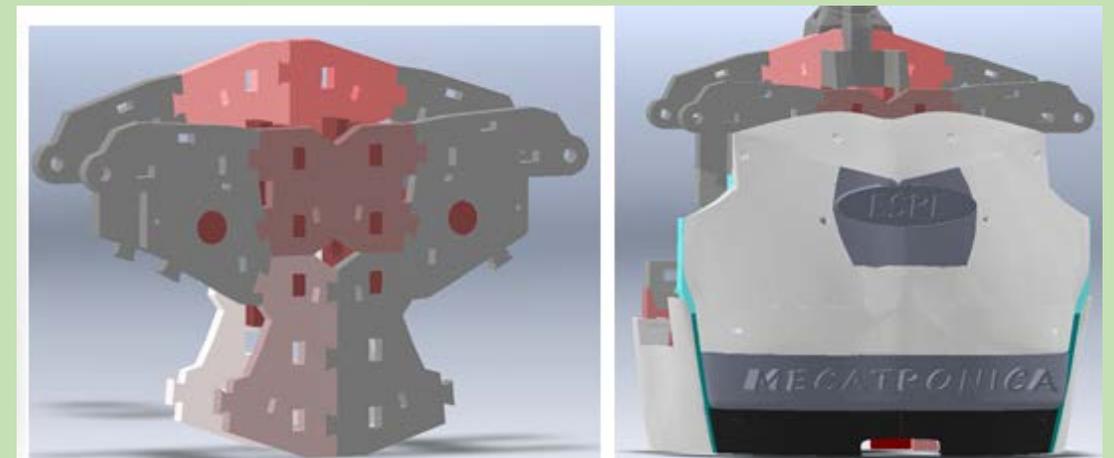
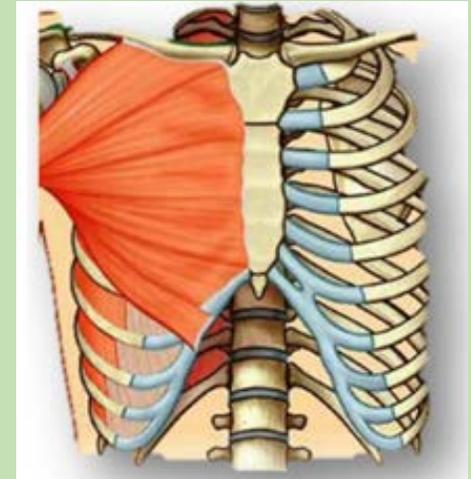


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CABEZA



TORSO



SELECCIÓN DE MATERIAL Y PROCESO DE MANUFACTURA



CALCULO DE PESO DE POSIBLES MATERIALES



$v = 0.007159379 \text{ m}^3$

$$\text{Densidad } (\rho) = \frac{\text{masa } (m)}{\text{volumen } (v)}$$
$$m = \rho \cdot v$$

Material	Peso (Kg)
Acero aisi 1020	56.27
Aluminio	19.40
Abs	7.51
Duralón	8.09
Acrílico	8.51

- **Manufactura aditiva (Impresora 3D)**
- **Manufactura sustractiva (fresadora y torno CNC)**
- **Cortadora CNC a láser**

SELECCIÓN DE MATERIAL Y PROCESO DE MANUFACTURA



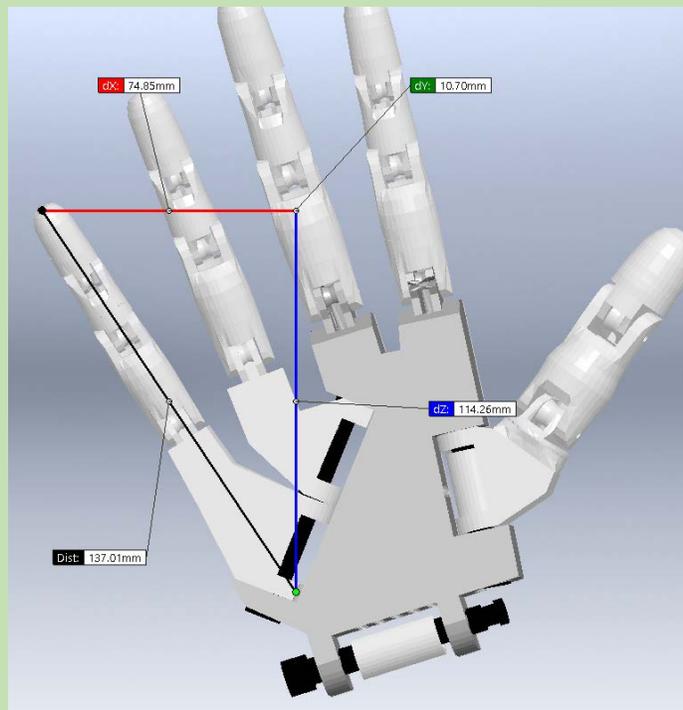
CAMPOS DE OPERACIÓN Y TORQUES MUÑECA

CRITERIO DE SELECCIÓN	IMPRESIÓN 3D	FRESA Y TORNO CNC
Tiempo de fabricación	8	3
Resolución – precisión	10	9
Área de trabajo	7	10
Terminado	9	8
Disponibilidad de materia material	5	8
Costo de material	5	6
Costo del uso del equipo	9	4
TOTAL	53	48

CÁLCULOS DE TORQUES



DEDOS



$$Distancia = 137.01mm = 13.7cm$$

$$Peso = Fuerza = 14g = 0.014Kg$$

$$T = F * d$$

$$T = 0.014Kg * 13.7cm$$

$$T = 0.192 kg * cm$$

Nombre del dedo	Distancia (cm)	Peso (Kg)	Torque (Kg*cm)
Meñique	13.7	0.014	0.192
Anular	13.52	0.018	0.243
Medio	10.23	0.026	0.266
Índice	9.72	0.022	0.214
Pulgar	10.93	0.050	0.547

CÁLCULOS DE TORQUES



MUÑECA

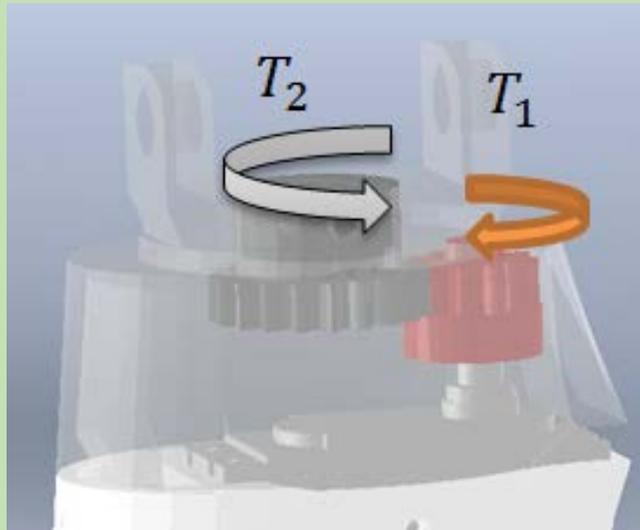
$$\text{Peso} = \text{Fuerza} = 120.10 \text{ gr} = 120.10 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

$$\text{Distancia} = 28.9 \text{ mm} = 2.89 \text{ cm}$$

$$T = F * d$$

$$T = 2.89 \times 10^{-3} \text{ Kg} * \frac{2.89}{2} \text{ cm}$$

$$T = 0.1735 \text{ kg} * \text{cm} = T_2$$



$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

Donde:

T_2 = Torque engrane

T_1 = Torque piñón

Condiciones iniciales:

$$N_1 = 11$$

$$N_2 = 20$$

$$T_1 = \frac{N_1}{N_2} * T_2$$

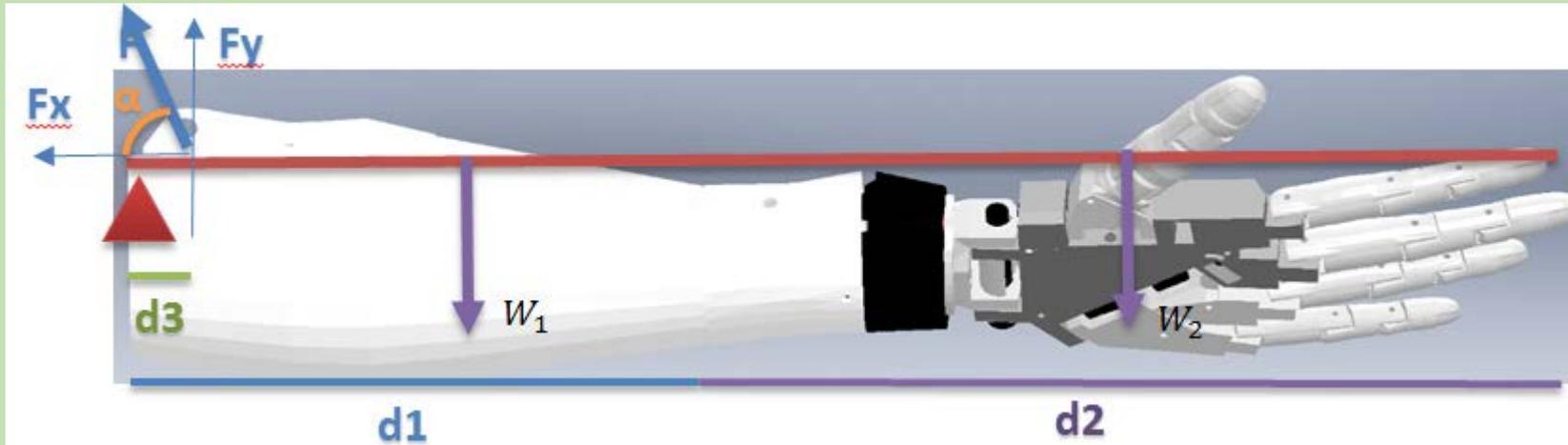
$$T_1 = \frac{11}{20} * 0.1735 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$T_1 = 0.10 \text{ kg} * \text{cm}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



ANTEBRAZO



$$d_1 = 19.81 \text{ cm}$$

$$d_2 = 30.15 \text{ cm}$$

$$d_3 = 1.97 \text{ cm}$$

$$\alpha = 21.74^\circ$$

$$w_1 = 182.25 \text{ g} = 0.1822 \text{ Kg}$$

$$w_2 = 290.54 \text{ g} = 0.2905 \text{ Kg}$$

$$\sum M = 0$$

$$-\left(d_1 + \frac{d_2}{2}\right) * W_2 - \left(\frac{d_1}{2}\right) * W_1 + d_3 * F \sin \alpha = 0$$

$$-\left(19.81 \text{ cm} + \frac{30.15 \text{ cm}}{2}\right) * 0.2905 \text{ Kg} - \left(\frac{19.81 \text{ cm}}{2}\right) * 0.1822 \text{ Kg} + 1.97 * F \sin 21.74 = 0$$

$$F = 12.66 \text{ Kg}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



ANTEBRAZO

$$T_s = \frac{F \cdot D_p}{2} * \left[\frac{\cos \phi * \tan \lambda + f}{\cos \phi - f * \tan \lambda} \right] \quad T_b = \frac{F \cdot D_p}{2} * \left[\frac{f - \cos \phi * \tan \lambda}{\cos \phi + f * \tan \lambda} \right]$$

Donde:

$F_s =$ Fuerza de subida

$F =$ Fuerza a mover = 12.66Kgf

$D_p =$ Diámetro de paso = 2.08 cm

$\phi =$ ángulo de rosca = 17.06°

$\lambda =$ ángulo de avance = 32.16°

$f =$ coeficiente de fricción de ABS(polietileno) = 0.2

$$T_s = \frac{12.66Kgf * 2.08 \text{ cm}}{2} * \left[\frac{\cos 17.06 * \tan 32.16 + 0.2}{\cos 17.06 - 0.2 * \tan 32.16} \right]$$

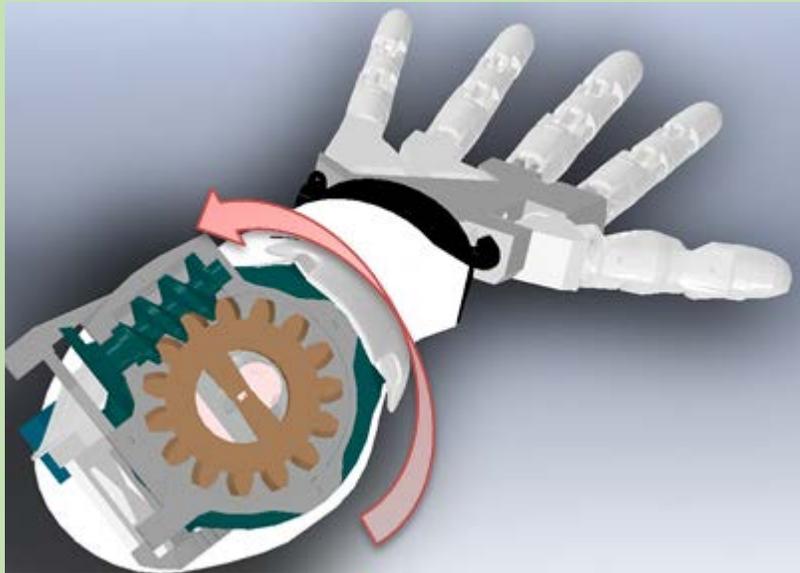
$$T_s = 12.68Kgf * cm$$

$$T_b = 2.50Kgf * cm$$

CÁLCULOS DE TORQUES



HOMBRO – ROTACIÓN EXTERNA INTERNA



$$P_o = P_s + P_L$$

P_o = Potencia de entrada

P_s = Potencia de salida

P_L = Potencia de perdida

Datos:

$$\text{Peso } (W) = F = 1.4618\text{kg} = 3.222\text{lb}$$

$$d = 4.59\text{ cm} = 1.8070\text{ in}$$

$$T = F * d$$

$$T = 3.222\text{ lb} * 1.8070\text{ in}$$

$$T = 5.8185\text{ lbf} * \text{in}$$

Condiciones iniciales:

$$v_c = 6.20\text{ RPM}$$

$$D_p = 5.68\text{ cm} = 2.23\text{ in}$$

$$\phi = 20.61^\circ$$

$$\lambda = 13.42^\circ$$

$$\text{Numero de dientes de corona} = N = 15$$

CÁLCULOS DE TORQUES



HOMBRO – ROTACIÓN EXTERNA INTERNA

$$P_s = \frac{T_s * v_c}{63000}$$

Donde:

$V_c =$ Velocidad corona

$T_s =$ Torque subida

$$P_s = \frac{(5.8185 \text{ lbf} - \text{in}) * 6.20 \text{ RPM}}{63000}$$

$$P_s = 0.0005726 \text{ HP}$$

$$P_L = \frac{v_s * W_f}{33000}$$

$$P_L = \frac{15.593 \frac{\text{ft}}{\text{min}} * 1.20 \text{ lb}}{33000}$$

$$P_L = 0.000567 \text{ HP}$$

$$T = P_o * v$$

$$P_o = 0.0005726 \text{ HP} + 0.000567 \text{ HP}$$

$$P_o = 0.00113 \text{ HP}$$

Donde:

$P_o =$ Potencia

$T =$ Torque

$v =$ Velocidad angular

$$T = \frac{0.00113 \text{ HP}}{93 \text{ RPM}}$$

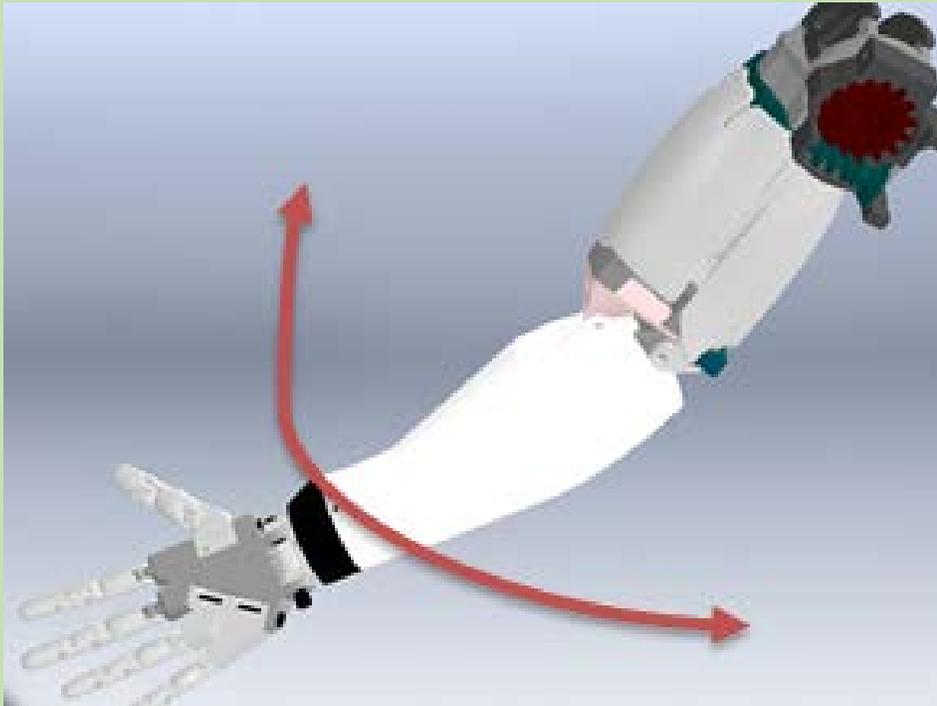
$$T = 0.0643 \text{ lbf} * \text{ft}$$

$$T = 0.9 \text{ kgf} * \text{cm}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



HOMBRO – FLEXIÓN EXTENSIÓN



Datos:

$$\text{Peso } (W) = F = 1.60\text{kg} = 3.5404\text{ lb}$$

$$d = 78.75\text{cm} = 31\text{ in}$$

$$T = F * d$$

$$T = 3.5404\text{ lb} * 31\text{ in}$$

$$T = 109.75\text{ lbf} * \text{in}$$

$$P_o = 0.01419\text{ HP} + 0.01418\text{ HP}$$

$$P_o = 0.0283\text{ HP}$$

$$T = P_o * v$$

$$T = \frac{0.0283\text{ HP}}{122.25\text{ RPM}}$$

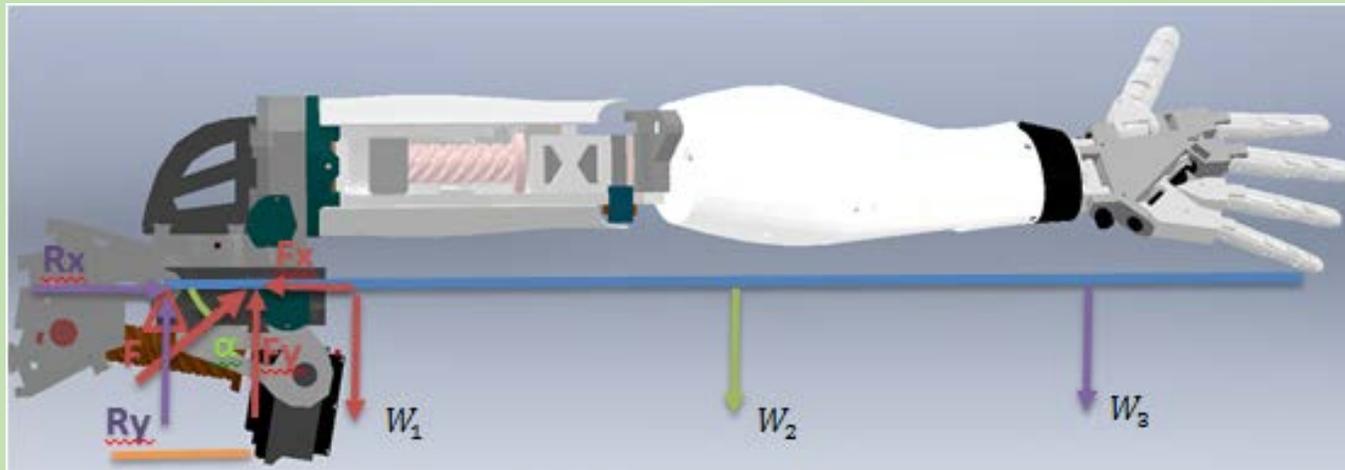
$$T = 1.2158\text{ lbf} * \text{ft}$$

$$T = 16.81\text{ kgf} * \text{cm}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



HOMBRO ADUCCIÓN –ABDUCCIÓN



$$d_1 = 32.96 \text{ cm}$$

$$d_2 = 19.81 \text{ cm}$$

$$d_3 = 30.15 \text{ cm}$$

$$d_4 = 9.1 \text{ cm}$$

$$\alpha = 14.54^\circ$$

$$w_1 = 1.135 \text{ Kg}$$

$$w_2 = 0.290 \text{ Kg}$$

$$w_3 = 0.182 \text{ Kg}$$

$$\sum M = 0$$

$$-\left(d_1 + d_2 + \frac{d_3}{2}\right) * W_3 - \left(d_1 + \frac{d_2}{2}\right) * W_2 - \left(\frac{d_1}{2}\right) * W_1 + d_4 * F \sin \alpha = 0$$

$$-\left(32.96 \text{ cm} + 19.81 \text{ cm} + \frac{30.15}{2}\right) * 0.182 \text{ kg} - \left(32.96 \text{ cm} + \frac{19.81 \text{ cm}}{2}\right) * 0.290 \text{ kg} - \left(\frac{32.96 \text{ cm}}{2}\right) * 1.135 \text{ kg} + 9.1 \text{ cm} * F \sin 14.54 = 0$$

$$F = 19.03 \text{ Kg}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



HOMBRO – FLEXIÓN EXTENSIÓN

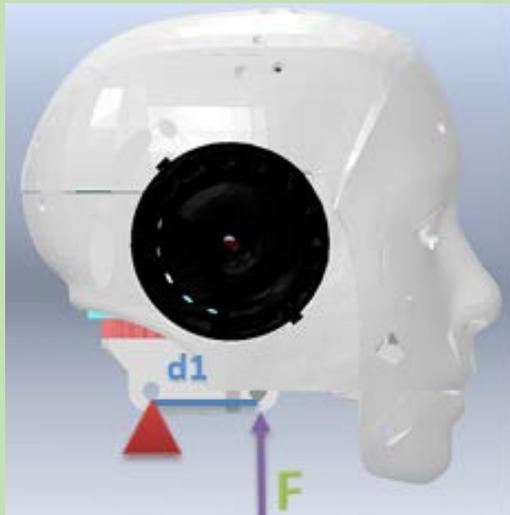
$$T_s = \frac{F * D_p}{2} * \left[\frac{\cos \phi * \tan \lambda + f}{\cos \phi - f * \tan \lambda} \right]$$
$$T_s = \frac{19.03 \text{Kgf} * 2.08 \text{ cm}}{2} * \left[\frac{\cos 17.06 * \tan 32.16 + 0.2}{\cos 17.06 - 0.2 * \tan 32.16} \right]$$
$$T_s = 19.05 \text{ Kgf} * \text{ cm}$$

$$T_b = \frac{F * D_p}{2} * \left[\frac{f - \cos \phi * \tan \lambda}{\cos \phi + f * \tan \lambda} \right]$$
$$T_b = \frac{19.03 \text{ Kgf} * 2.08 \text{ cm}}{2} * \left[\frac{0.2 - \cos 17.06 * \tan 32.16}{\cos 17.06 + 0.2 * \tan 32.16} \right]$$
$$T_b = 3.89 \text{ Kgf} * \text{ cm}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



CUELLO – EXTENSIÓN CONTRACCIÓN



Datos:

$$w_1 = 0.8546 \text{ Kg}$$

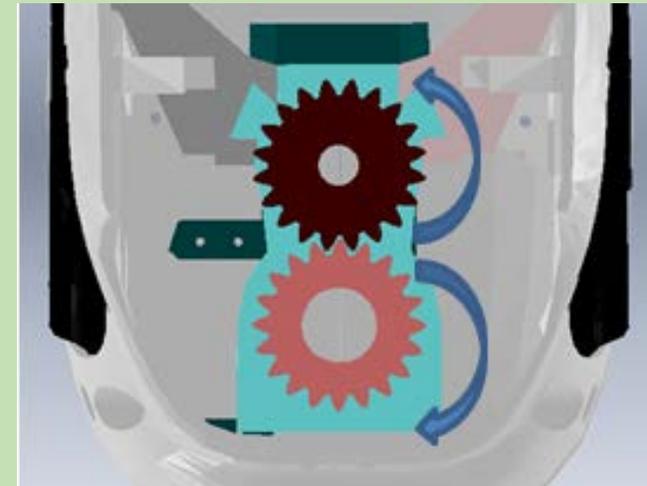
$$d_1 = 4.8 \text{ cm}$$

$$T_s = 4.2277 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$F = 0.8564 \text{ Kg}$$

$$T_b = 0.7790 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

CUELLO – FLEXIÓN EXTENSIÓN



Datos:

$$\text{Peso } (W) = F = 0.593 \text{ Kg}$$

$$d = 2.15 \text{ cm}$$

$$T = F \cdot d$$

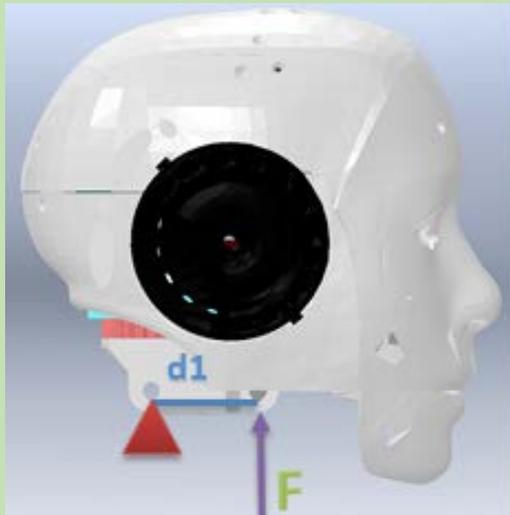
$$T = 0.593 \text{ Kg} \cdot 2.15 \text{ cm}$$

$$T = 1.274 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

CÁLCULOS DE TORQUES



CUELLO – EXTENSIÓN CONTRACCIÓN



Datos:

$$w_1 = 0.8546 \text{ Kg}$$

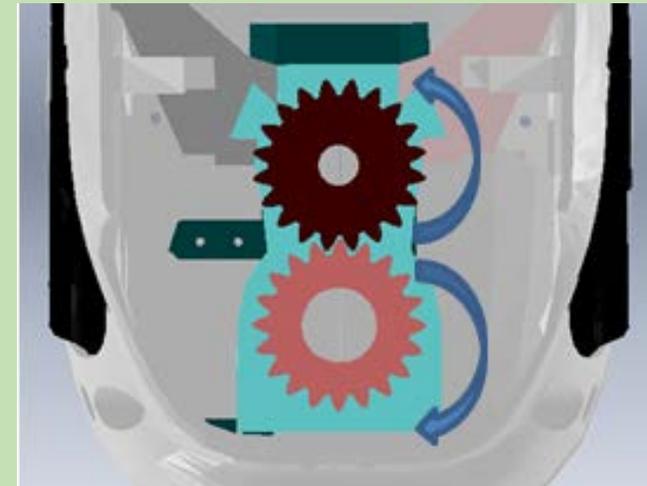
$$d_1 = 4.8 \text{ cm}$$

$$T_s = 4.2277 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$F = 0.8564 \text{ Kg}$$

$$T_b = 0.7790 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

CUELLO – FLEXIÓN EXTENSIÓN



Datos:

$$\text{Peso (W)} = F = 0.593 \text{ Kg}$$

$$d = 2.15 \text{ cm}$$

$$T = F \cdot d$$

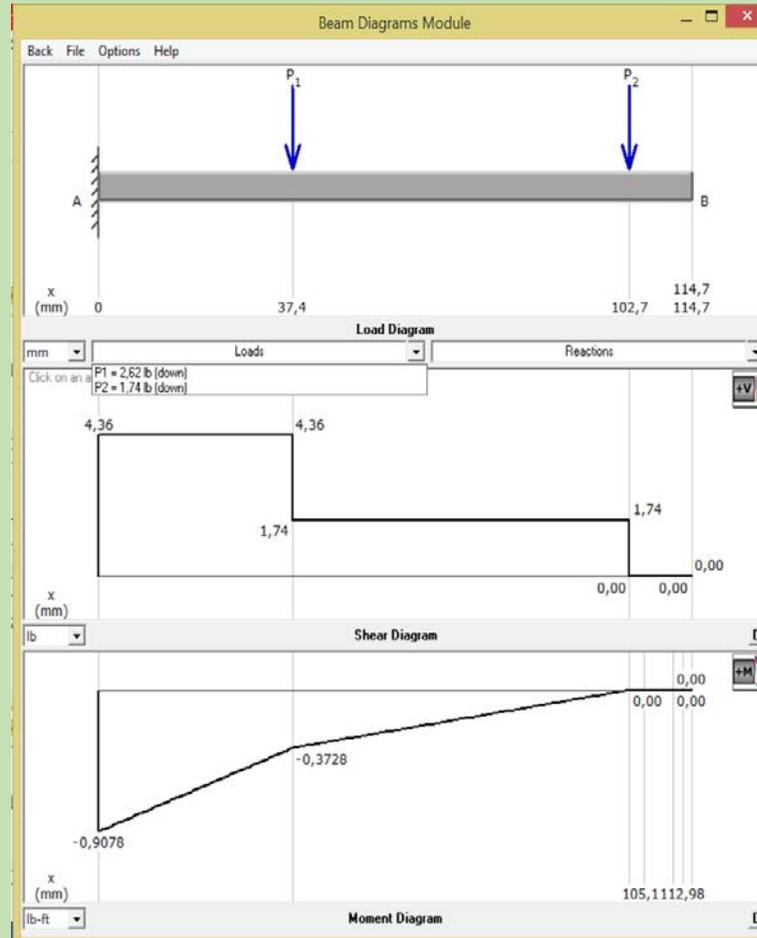
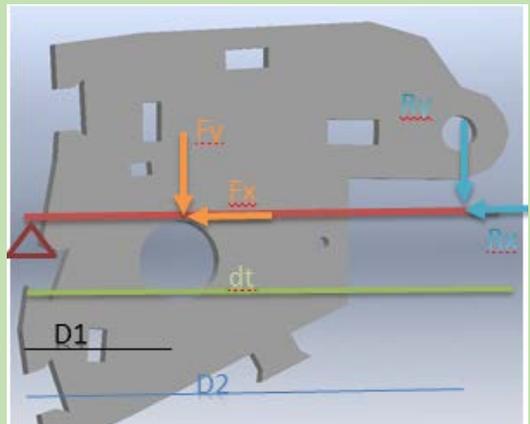
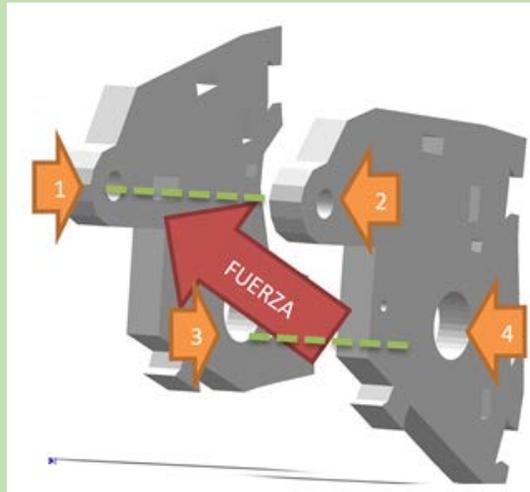
$$T = 0.593 \text{ Kg} \cdot 2.15 \text{ cm}$$

$$T = 1.274 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL HUMANOIDE



CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD MANUAL



$$\sigma = \frac{F_{Tx}}{A}$$

$$\sigma = \frac{9.21kg}{(5.529cm^2) * (1cm^2)}$$

$$= 1.665 kg/cm^2$$

$$M_{max} = 0.907 lb * ft = 12.58 kg * cm$$

$$\sigma_f = \frac{M_{max} * c}{I}$$

$$\sigma_f = \frac{12.58(kg * cm) * 2.76cm}{14.01cm^4} = 2.475 kg/cm^2$$

$$\sigma_T = \sigma + \sigma_f = 1.665 + 2.475 = 4.14 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_T = 0.4055Mpa$$

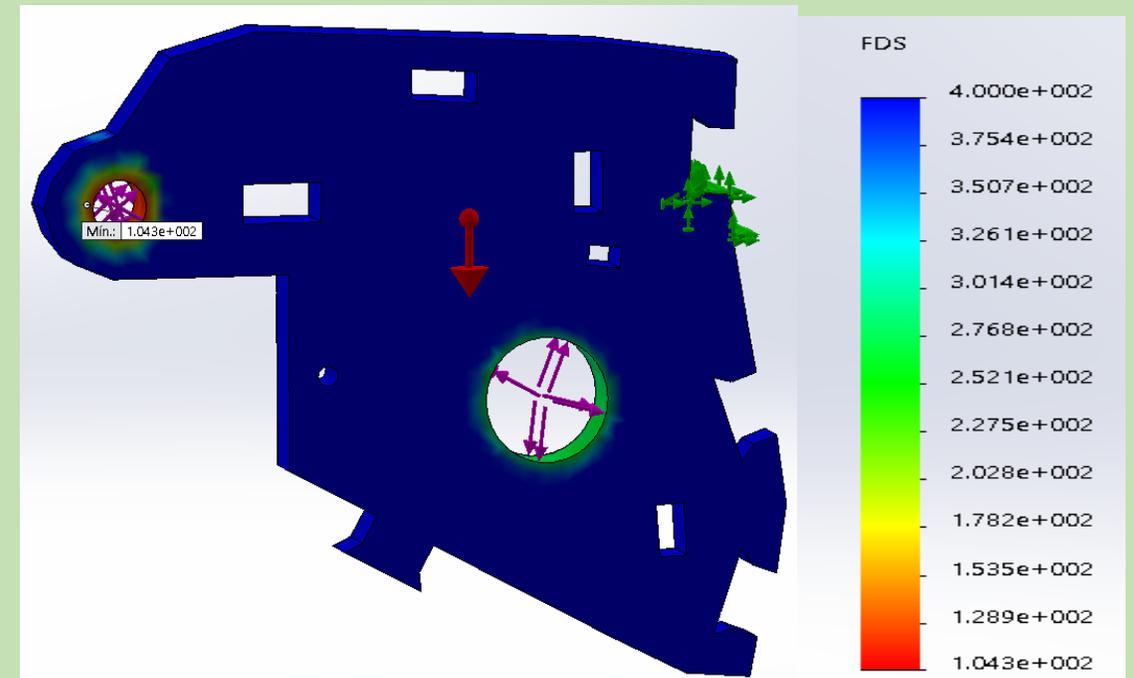
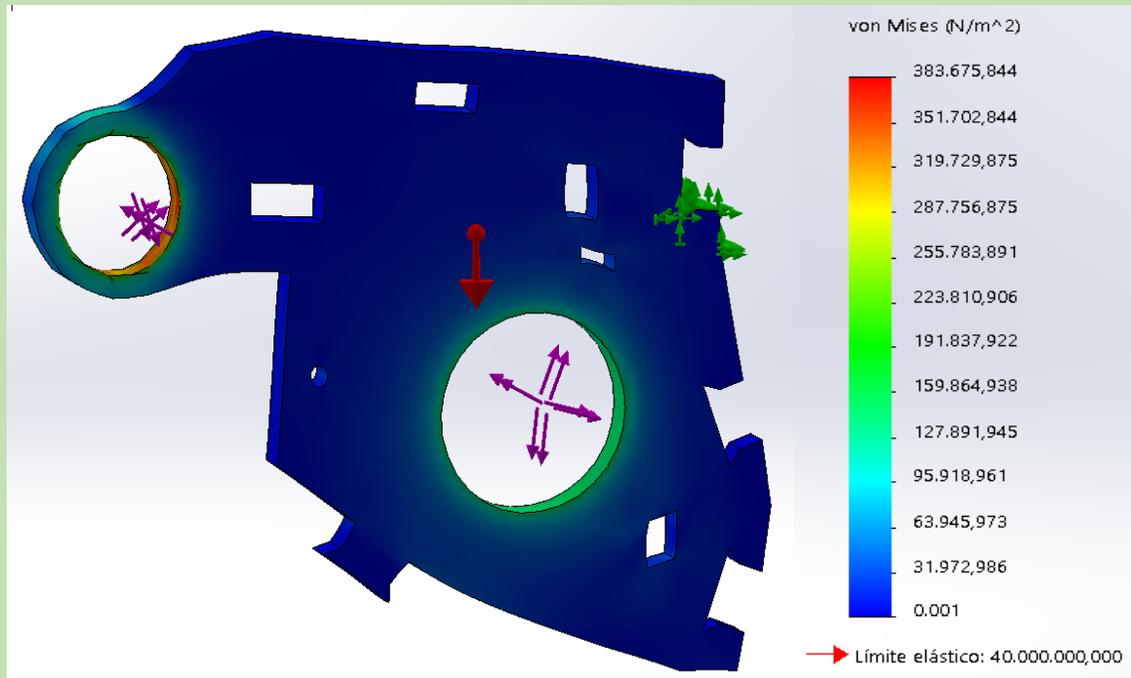
$$N = \frac{41Mpa}{0.4055Mpa} = 101$$

ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA DEL HUMANOIDE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CALCULO DEL FACTOR DE SEGURIDAD SOFTWARE



$$\sigma_{VON MISES} \leq \sigma_{LIMITE ELASTICO}$$
$$0.3836 \text{ Mpa} \leq 32 \text{ Mpa}$$

Capítulo III



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



TIEMPO Y MATERIAL UTILIZADO

Componente del robot humanoide	Tiempo (horas)	Material de modelado (in ³)	Material Soporte (in ³)
Mano derecha	22.24	9.45	2.2
Muñeca derecha	11.34	5.15	1.12
Antebrazo derecho	43.87	18.98	5.86
Porta servos derecho	7.34	4.39	0.79
Bicep derecho	70.56	50.07	6.91
Hombro derecho	50.11	40.88	5.41
Mano izquierda	22.24	9.45	2.2
Muñeca izquierda	11.34	5.15	1.12
Antebrazo izquierda	43.87	18.98	5.86
Porta servos izquierda	7.34	4.39	0.79
Bicep izquierda	70.56	50.07	6.91
Hombro izquierda	50.11	40.88	5.41
Torso	54.15	59.43	6.76
Cara	27.43	12.56	2.29
Cráneo	28.51	16.62	3.82
Cuello	46.24	25.91	4.49
Quijada	6.22	2.46	1.76
Orejas	8.44	9.58	0.72
Tapas del pecho	72.44	46.49	13.25
TOTAL	658.35	430.92	77.67

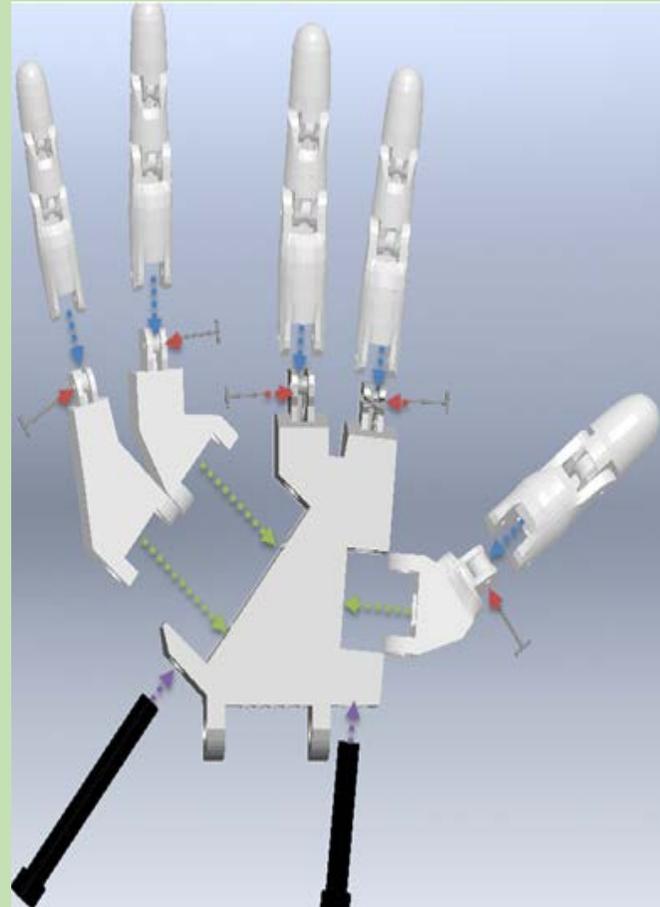
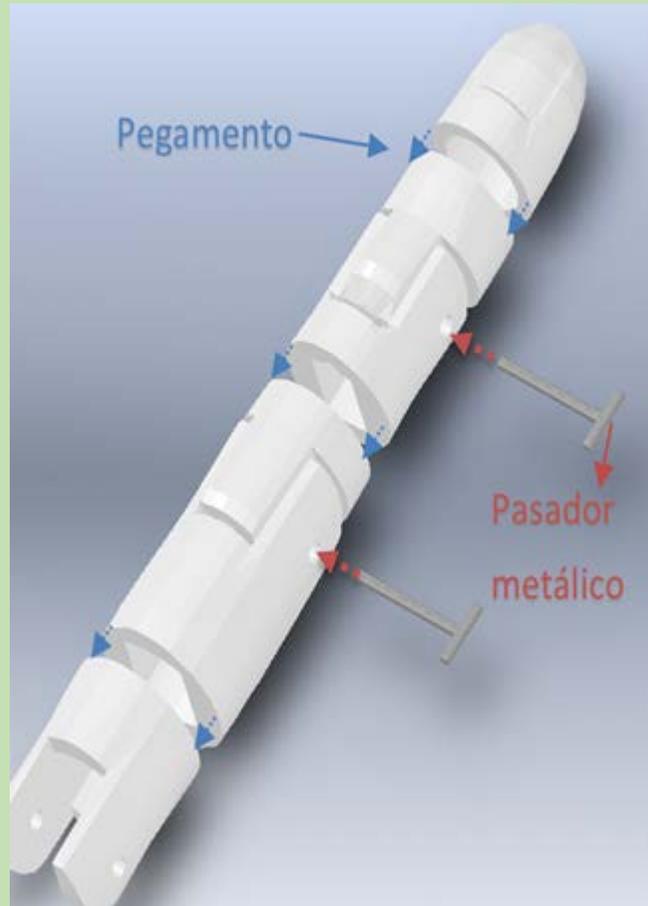
- 8 cartuchos y uno en un 15%.
- 1 cartucho y uno en un 14%.

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DE LA MANO



CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE

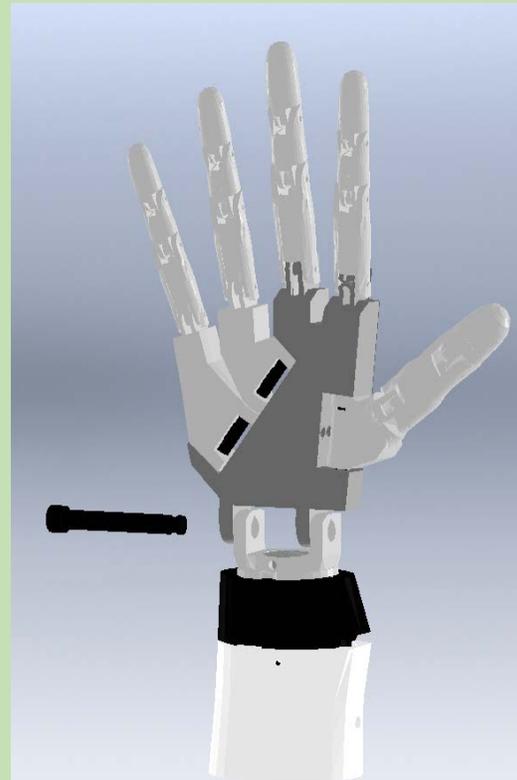


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DE LA MUÑECA



→ Servomotor

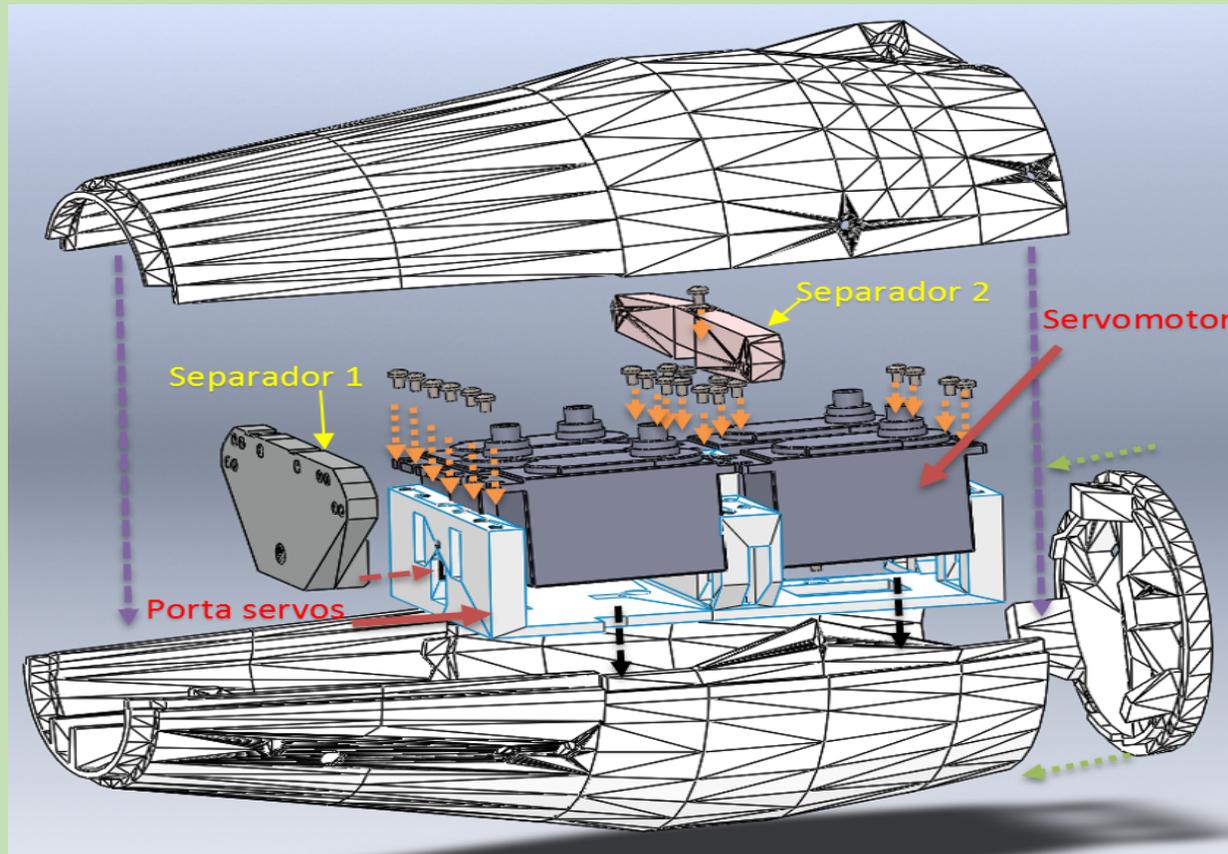


CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DEL ANTEBRAZO



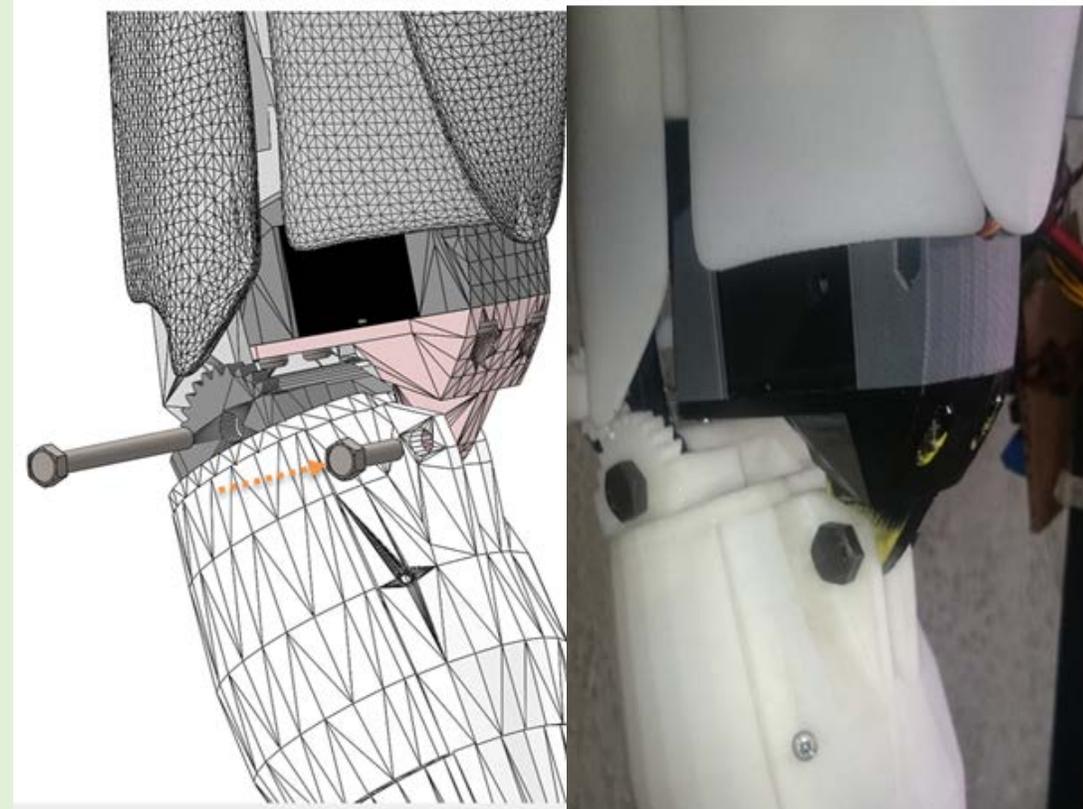
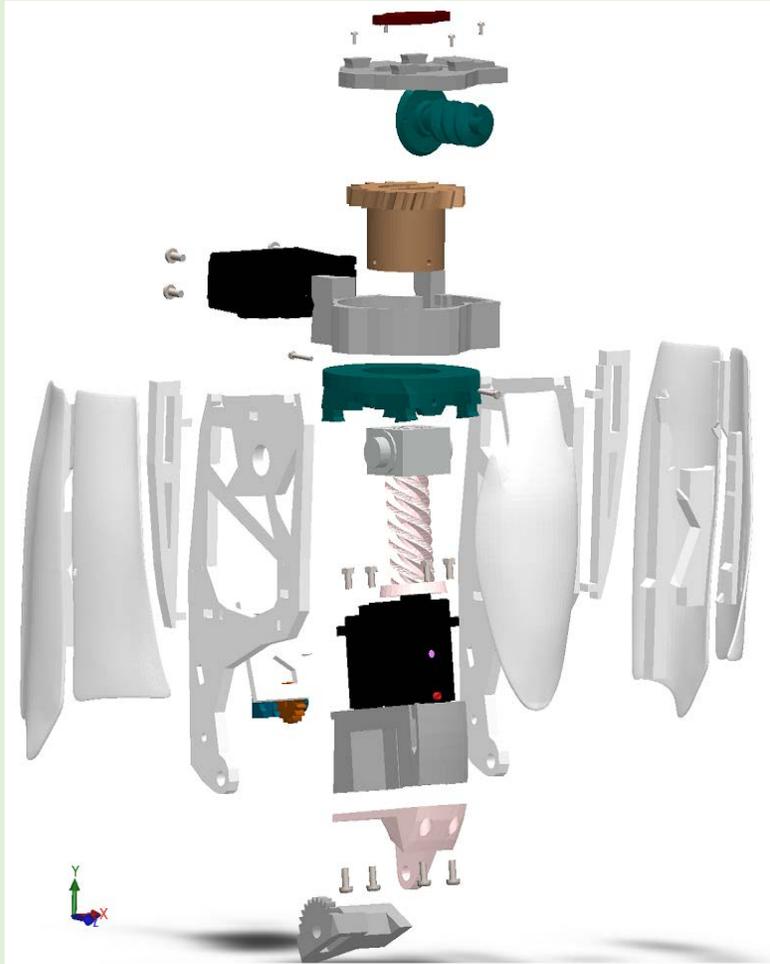
Cuerdas

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DEL BICEPS

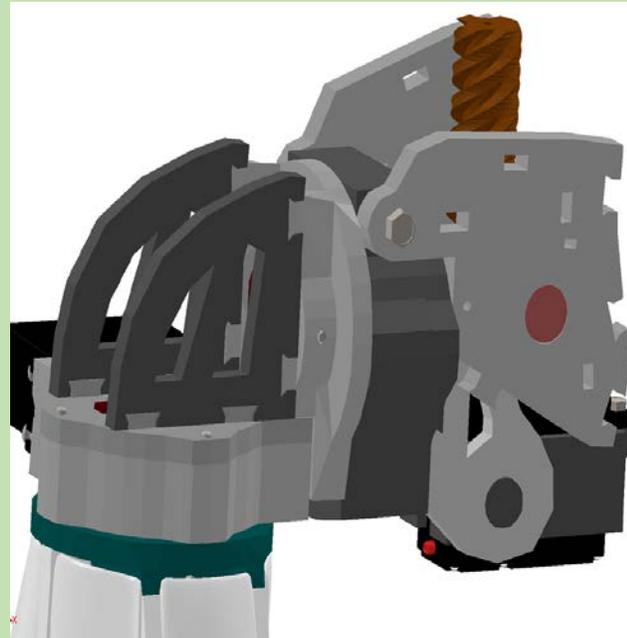
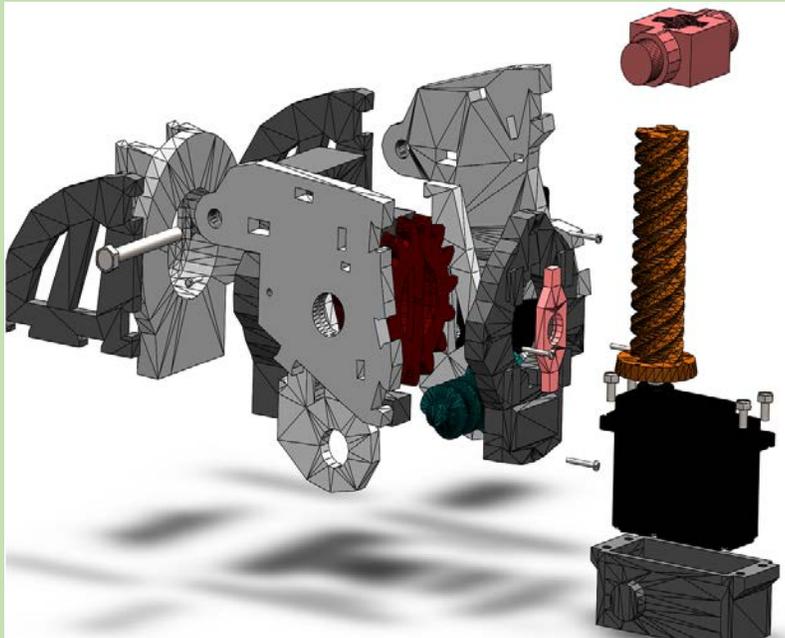


CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DEL HOMBRO

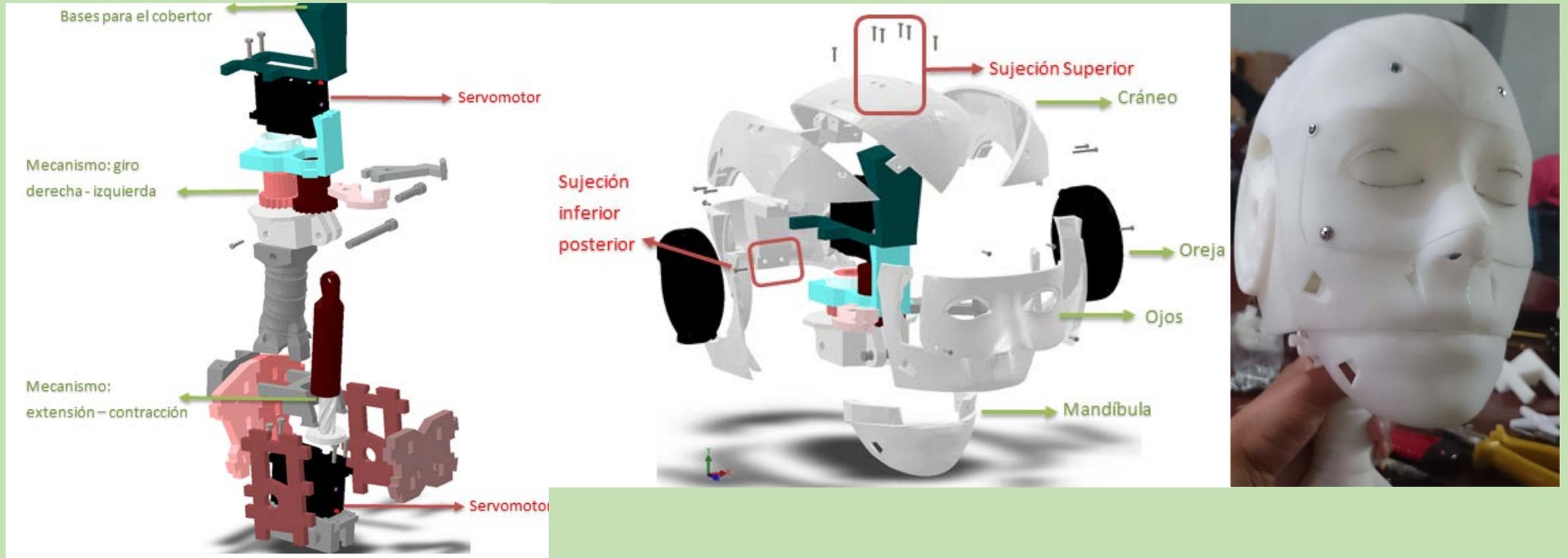


CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DEL CUELLO CABEZA

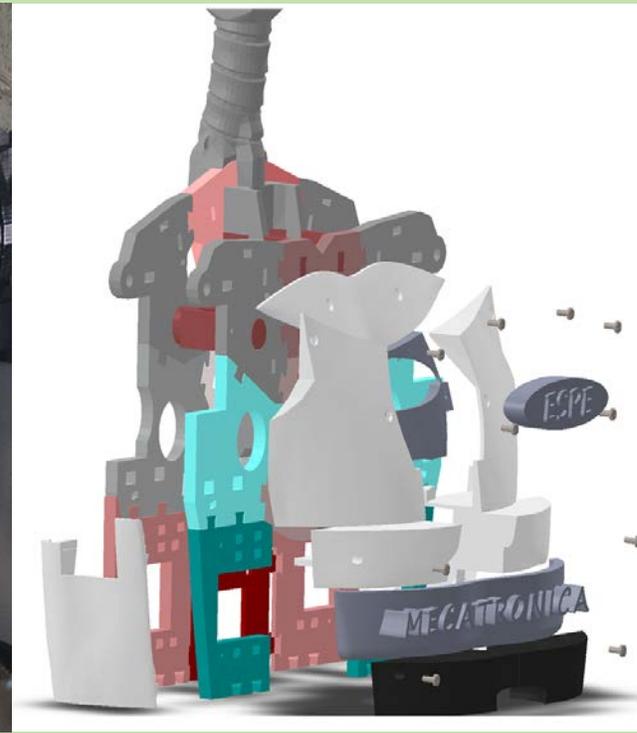
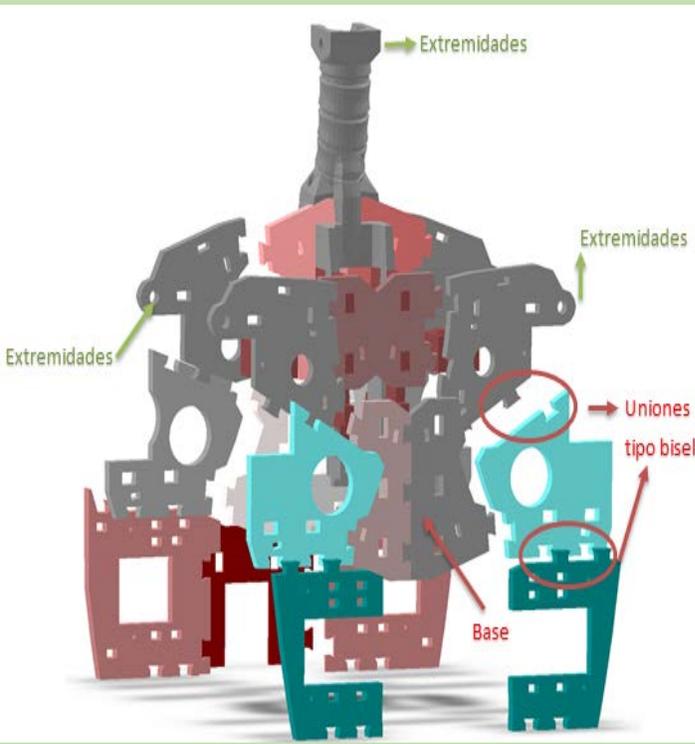


CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLAJE



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

ENSAMBLAJE DEL TORSO



Capítulo IV



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas y Resultados

PRUEBAS Y RESULTADOS



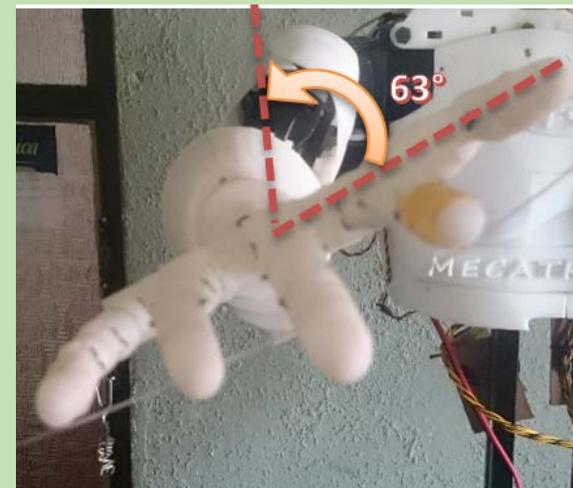
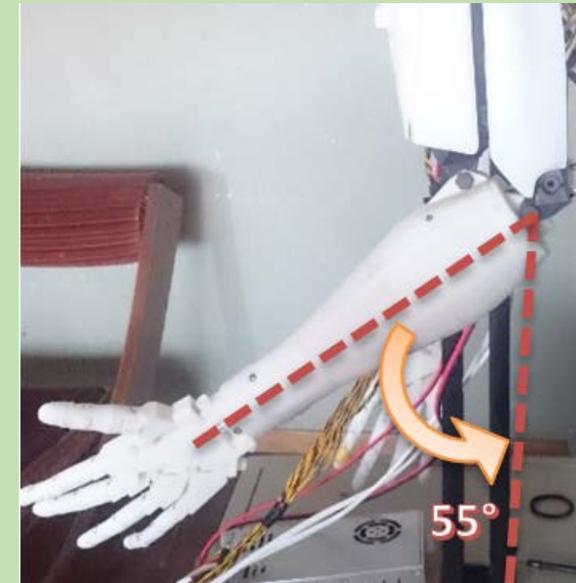
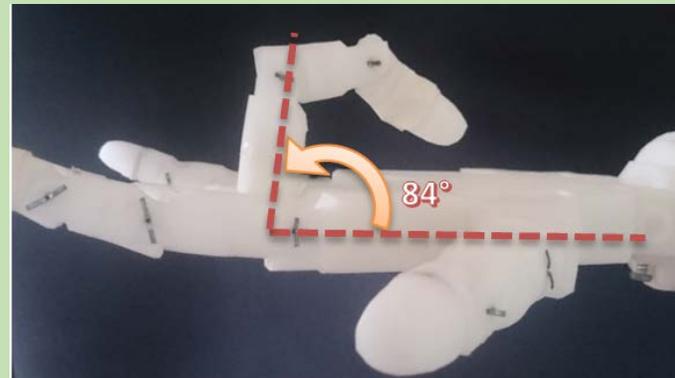
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

PRUEBAS DE FUERZA

Probeta	Esfuerzo axial σ (Mpa)	Deformación δ (mm)
1	20.40	0.49
2	20.30	0.36
3	20.31	0.55

CASO CRÍTICO 0.40 MPA

PRUEBAS DE CAMPO DE OPERACIÓN DE MOVIMIENTOS

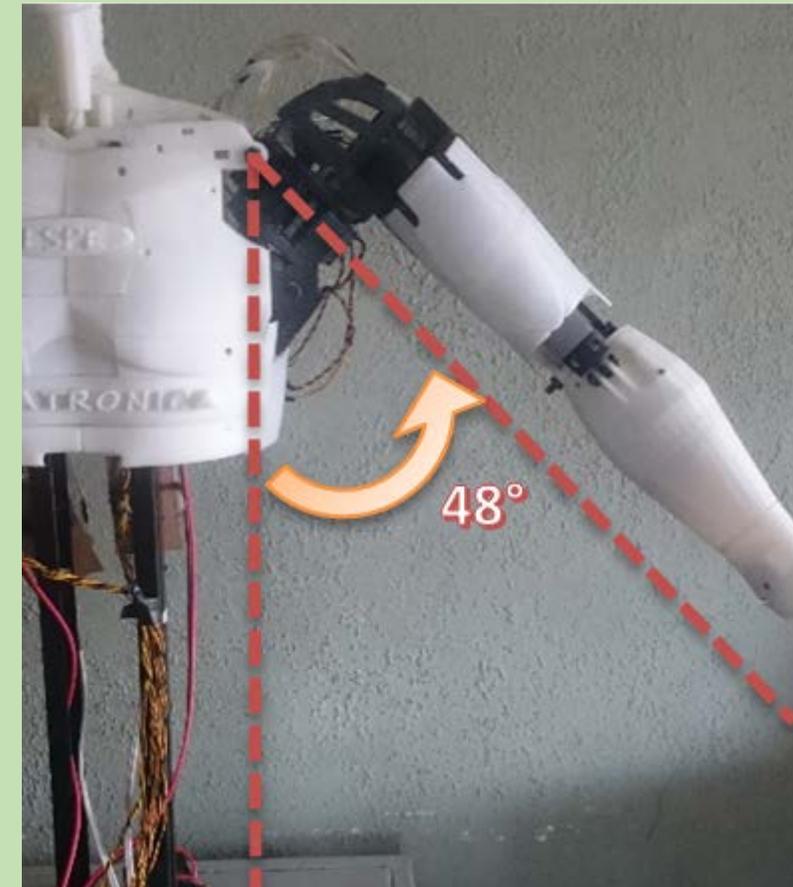
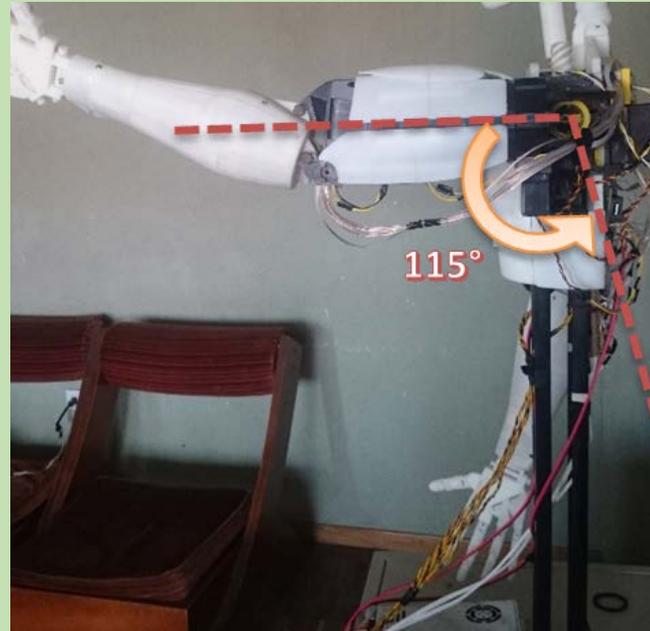


PRUEBAS Y RESULTADOS



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

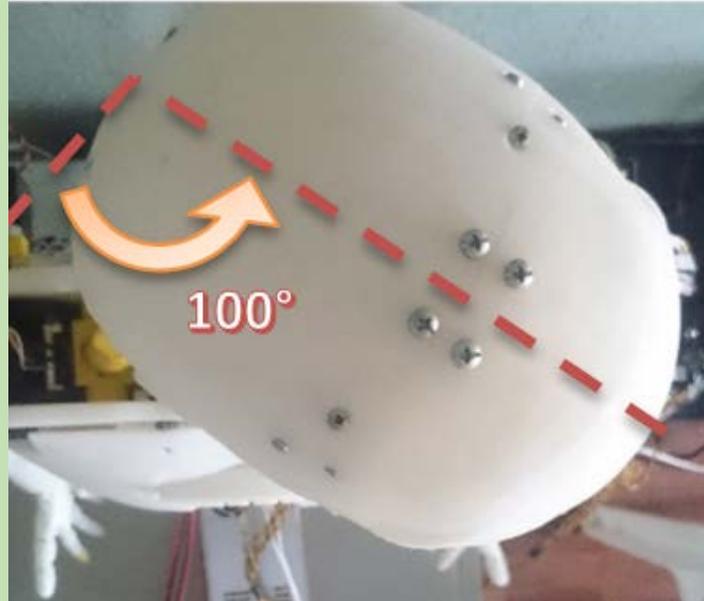
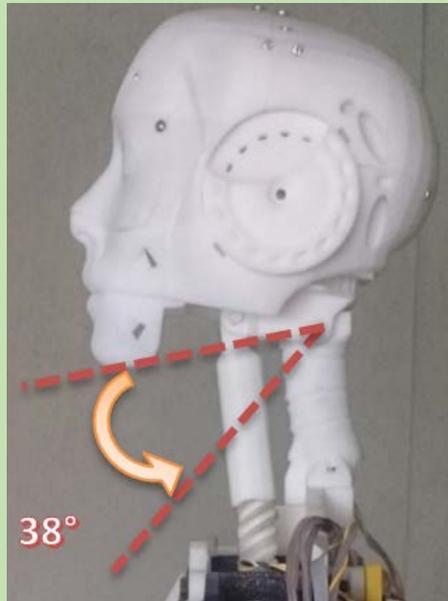
PRUEBAS DE CAMPO DE OPERACIÓN DE MOVIMIENTOS



PRUEBAS Y RESULTADOS



PRUEBAS DE CAMPO DE OPERACIÓN DE MOVIMIENTOS

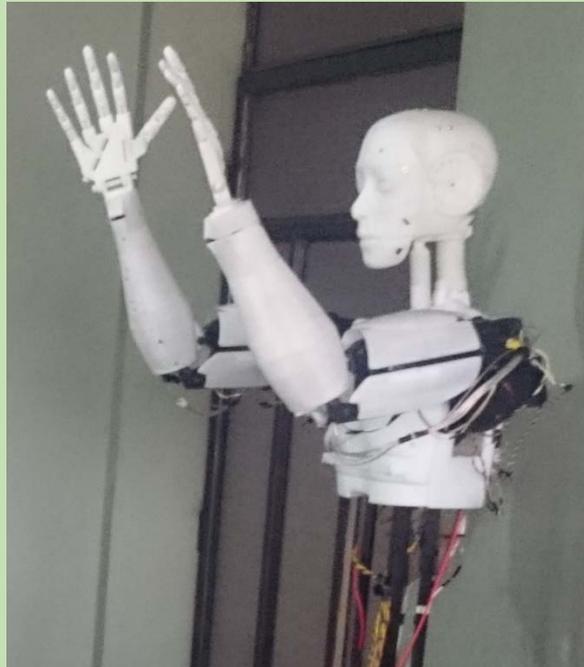


Nombre de movimiento	Campo de operación del diseño	Campo de operación del robot humanoide	Error %
Dedos	90	84	6
Giro de muñeca	60	63	5
Flexión - extensión codo	60	55	8.3
Rotación interna - externa brazo	90	86	6.6
Flexión - extensión del brazo.	120	115	4.16
Aducción - abducción del brazo.	50	48	4
extensión - contracción del cuello	40	38	5
rotación a la derecha e izquierda del cuello	110	100	9.09
Error total			5,08

PRUEBAS Y RESULTADOS



TIEMPO DE EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE SEÑAS



SEÑA	PRUEBA	TIEMPO (SEG)	PROMEDIO (SEG)
SACAR	Primera	7.955	7.742
	Segunda	7.105	
	Tercera	8.127	
CORRER	Primera	13.443	13.335
	Segunda	14.011	
	Tercera	12.552	
CEREMONIA	Primera	22.312	22.252
	Segunda	22.822	
	Tercera	21,624	

PRUEBAS Y RESULTADOS



ANÁLISIS DE COSTOS

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
9	Cartucho de ABS de modelado STRATASYS	296.80	2671.20
2	Cartucho de ABS de soporte STRATASYS	296.80	593.60
1	Material metálico para el soporte de la estructura	90	90
1	Acero inoxidable	10	10
1	Material para sujeción (tornillos, pegamento, pasadores)	20	20
1	Grasa	5	5
Total			3389.80

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
659	Horas de impresión	10.00	6590
1	Caja de bases	137.50	137.50
Total			6727.50

El valor de sistema electrónica USD 975.60

De este modo el proyecto alcanza a un monto total de USD 11092.90.

Capítulo V



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones



- Se desarrolló de forma exitosa la construcción de un robot humanoide de 21 grados de libertad, de material ABS, cumpliendo con los objetivos planteados al inicio del proyecto.
- Se realizó el diseño en el software SolidWorks, también dentro de este software se desarrollo el análisis de esfuerzos.
- Se obtuvo un robot humanoide con medidas antropométricas similares a las de una persona adulta.
- El robot humanoide consta de los siguientes movimientos que puede realizar: movilidad de los dedos en puño abierto y cerrado, giro de las muñecas, flexión y extensión de codos, aducción y abducción de los hombros, rotación de los hombros, flexión y extensión de hombros, rotación del cuello y extensión y contracción del cuello.
- Para la construcción del robot humanoide se empleó 8 cartuchos completos y uno en un 15%; de igual manera, para el material de soporte se ha empleado un cartucho completo y uno en un 14%, aproximadamente.

Recomendaciones



- Para tener una mejor apariencia del robot humanoide se debe darle más movimientos que se asemejen a los del cuerpo humano, en especial en el rostro como el movimiento a la mandíbula y de los ojos.
- Para algún trabajo similar a futuro, se recomienda tomar en cuenta el material ABS como el material idóneo de construcción, debido a sus amplias características y facilidades.
- Ampliar los campos de operación para una mejor manipulación y alcance de sus extremidades del robot humanoide, esto dependerá de las aplicaciones a las que se desee realizar en futuros trabajos.